

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-179892
(43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.Cl. G06F 17/50

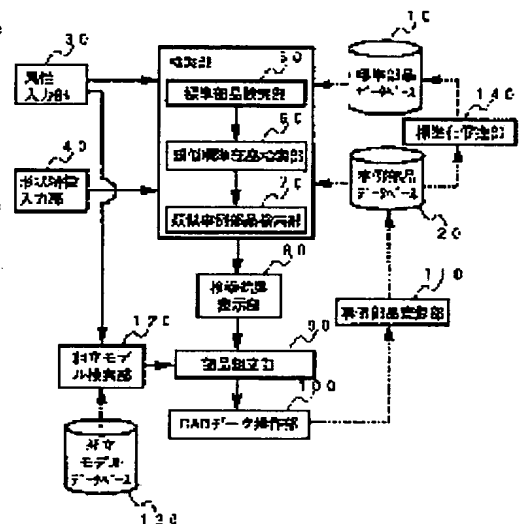
(21)Application number : 07-333763 (71)Applicant : HITACHI LTD
(22)Date of filing : 21.12.1995 (72)Inventor : HAGA NORIYUKI
AKASAKA SHINGO
ARAI YOSHIHISA
SHIBATA NOBORU

(54) DESIGN METHOD AND DESIGN SUPPORT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to display data needed for low-cost product designing.

SOLUTION: The design information, attribute value range, and shape feature data of standard components are stored in a data base 10, and the design information, attribute information, and shape feature data of example components are stored in a data base 20. An attribute value that a component to be designed needs to have is inputted through an input part 30 and shape feature data are inputted through an input part 40. Standard components having ranges of attribute values and shape feature data matching the attribute value and shape feature data of the component to be designed are retrieved by a standard component retrieval part 50 from the data base 10. Standard components which have ranges of attribute values similar to the attribute value of the component to be designed and also have shape feature data similar to the shape feature data of the component to be designed are retrieved by a similar standard component retrieval part 60 from the data base 10. Further, a similar example component retrieval part 70 retrieves example components having attribute values similar to the attribute value of the component to be designed and shape feature data similar to the shape feature data of the component to be designed from the data base 20.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.02.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-179892

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 6 F 17/50

識別記号 庁内整理番号

F I
G 0 6 F 15/60

技術表示箇所

6 0 4 G
6 0 4 D
6 0 4 H
6 1 4 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平7-333763

(22) 出願日 平成7年(1995)12月21日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 芳賀 憲行

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 赤坂 信悟

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 荒井 良尚

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

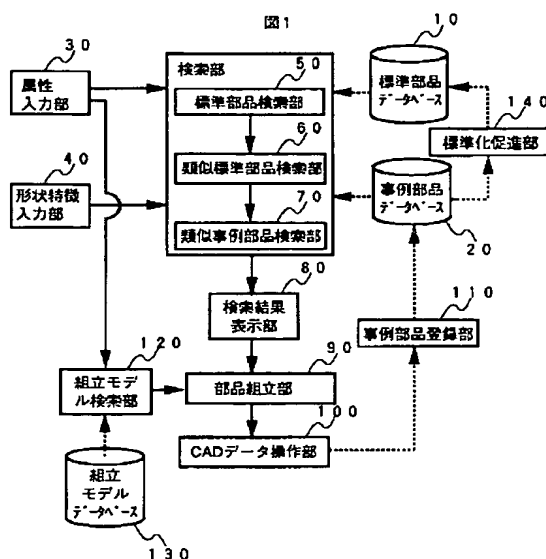
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 設計方法及び設計支援装置

(57) 【要約】

【課題】 低コストな製品設計に必要なデータの提示を可能とする。

【解決手段】 標準部品の設計情報と属性値範囲と形状特徴データとをデータベース10に記憶し、事例部品の設計情報と属性情報と形状特徴データとをデータベース20に記憶する。設計対象部品に要求する属性値を入力部30で入力し、形状特徴データを入力部40で入力する。設計対象部品の属性値と形状特徴データとに整合する属性値の範囲と形状特徴データの標準部品を、標準部品検索部50でデータベース10から検索する。設計対象部品の属性値に類似する属性値の範囲を有し設計対象部品の形状特徴データに類似した形状特徴データの標準部品を、類似標準部品検索部60でデータベース10から検索する。設計対象部品の属性値に類似する属性値と、設計対象部品の形状特徴データに類似した形状特徴データの事例部品の類似事例部品検索部70でデータベース20から検索する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】製品の設計方法であって、

標準部品の基本構造を規定するデータを含む設計情報と、その標準部品に適用可能な詳細仕様を規定する属性値の範囲と、標準部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する標準部品データベースを記憶し、

過去に設計された製品を構成する事例部品の構造を規定するデータを含む設計情報と、その部品に適用された属性値を含む属性情報と、事例部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する事例部品データベースを記憶し、

設計しようとする部品に要求する属性値を入力する属性入力ステップと、

設計しようとする部品に要求する形状の概略的特徴を表現した形状特徴データを入力する形状特徴入力ステップと、

設計しようとする部品に要求された属性値と形状特徴データとに整合する属性値の範囲と形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する標準部品検索ステップと、

設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値を含む属性値の範囲を有し、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する類似標準部品検索ステップと、

設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値と、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する事例部品を、前記事例部品データベースから検索する類似事例部品検索ステップと、

前記標準部品検索ステップにより検索された部品を表示すると共に、前記類似標準部品検索ステップと前記類似事例部品検索ステップにより検索された部品を類似度により順序付けして表示する検索結果表示ステップと、

指示に応じて検索された部品のデータを修正するデータ操作ステップと、

該データ操作ステップで修正された部品のデータを含めた設計情報を、前記属性入力ステップで入力された属性値と、前記形状特徴入力ステップで入力された形状特徴データと、関連付けて事例部品として前記事例部品データベースに登録する事例部品登録ステップと、

を有することを特徴とする設計方法。

【請求項2】請求項1記載の設計方法において、

使用頻度の高い相互に類似した事例部品の集合を抽出し、抽出した集合に適合する標準部品の設計情報と属性値の範囲と形状特徴データとを作成する標準化促進ステップを有することを特徴とする設計方法。

【請求項3】製品の設計を支援する設計支援装置であって、

標準部品の基本構造を規定するデータを含む設計情報と、その標準部品に適用可能な詳細仕様を規定する属性値の範囲と、標準部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する標準部品データベースを記憶する手段と、

過去に設計された製品を構成する事例部品の構造を規定するデータを含む設計情報と、その部品に適用された属性値を含む属性情報と、事例部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する事例部品データベースを記憶する手段と、

設計しようとする部品に要求する属性値を入力する属性入力手段と、

設計しようとする部品に要求する形状の概略的特徴を表現した形状特徴データを入力する形状特徴入力手段と、

設計しようとする部品に要求された属性値と形状特徴データとに整合する属性値の範囲と形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する標準部品検索手段と、

設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値を含む属性値の範囲を有し、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する類似標準部品検索手段と、

設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値と、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する事例部品を、前記事例部品データベースから検索する類似事例部品検索手段と、

前記標準部品検索手段により検索された部品を表示すると共に、前記類似標準部品検索手段と前記類似事例部品検索手段により検索された部品を類似度により順序付けして表示する検索結果表示手段と、

指示に応じて検索された部品のデータを修正するデータ操作手段と、

該データ操作手段で修正された部品のデータを含めた設計情報を、前記属性入力手段で入力された属性値と、前記形状特徴入力手段で入力された形状特徴データと、関連付けて事例部品として前記事例部品データベースに登録する事例部品登録手段と、

を有することを特徴とする設計支援装置。

【請求項4】請求項3記載の設計支援装置において、

使用頻度の高い相互に類似した事例部品の集合を抽出し、抽出した集合に適合する標準部品の設計情報と属性値の範囲と形状特徴データとを作成する標準化促進手段を有することを特徴とする設計支援装置。

【請求項5】請求項1記載の設計方法において、

製品の構成部品の組み合わせと、製品の要求仕様の属性値の条件と、その構成部品の組み合わせから製品の構造を定めるCADの組立モデルとを、関連づけて登録する組立モデルデータベースを記憶し、前記属性入力手段で入力された要求仕様の属性に整合する属性値の条件に関連づけられた、製品の組立モデルを組立モデルデータベースから検索する組立モデル検索ステップと、前記データ操作ステップにより修正された部品のデータを、前記組立モデル上に組みつける部品組立ステップと、を有することを特徴とする設計方法。

【請求項6】請求項3記載の設計支援装置において、製品の構成部品の組み合わせと、製品の要求仕様の属性値の条件と、その構成部品の組み合わせから製品の構造を定めるCADの組立モデルとを、関連づけて登録する組立モデルデータベースを記憶する手段と、前記属性入力手段で入力された要求仕様の属性に整合する属性値の条件に関連づけられた、製品の組立モデルを組立モデルデータベースから検索する組立モデル検索手段と、前記データ操作ステップにより修正された部品のデータを、前記組立モデル上に組みつける部品組立手段と、を備えることを特徴とする設計支援装置。

【請求項7】請求項3記載の設計支援装置において、入力された要求仕様の属性を階層構造で管理し、当該階層構造で管理された属性に従って、入力を階層的に行うことが可能な設計支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、要求仕様に類似な仕様の部品を組合せ、それを修正し要求仕様を満足する製品を実現する設計において、効率的に設計することが可能で、製品コスト低減を図ることができる部品の組合せを提示可能で、更に、設計された部品データの管理を効率的に行うことが可能な設計支援装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】与えられた問題に類似する事例を利用して問題の解決を図る推論方式として事例ベース推論(Case Based Reasoning : CBR)が従来より知られおり、このような推論方式を設計の支援に応用した例がある(人工知能学会誌 1992.7)。すなわち設計事例を「事例ベース」に蓄えておき、要求仕様を表現する各特徴項目の内容をキーワードとして入力し、事例ベースに蓄えられている設計事例の各特徴項目と比較し、要求仕様に類似した設計事例を検索する。検索された類似設計事例を修正することにより、効率的に要求仕様を満足する設計を行なうことを可能にするシステムである。

【0003】しかし、検索された設計事例を修正し要求

仕様を満足する設計を実現するためには、対象に関する十分な知識を持っている必要があり、経験の浅い設計者は検索された事例を修正し要求仕様を満足する設計を実現することは困難である。

【0004】一方、ある範囲の要求仕様を満足する部品をパラメトリックなCADのデータとして定義しておき、要求仕様の属性とCADのパラメトリック寸法とが制約により連動的に修正されるような標準部品を予め作成しておき、その標準部品に要求仕様属性値を与えることによりCADデータの寸法等が連動修正される様にすることが可能である。このような標準部品を組合せて製品を設計するのであれば、設計に対する十分な知識を持たない設計者でも、要求仕様の属性値を与えるだけで設計を行うことが可能となる。

【0005】しかし、このような標準部品を作成するためには、時間がかかり、更に適用範囲を決めるのも難しい。

【0006】なお、特開平6-187352号公報に記載の技術によれば、エレベータ、プラント等の設計に際し、設計する機器の重要語と過去の事例の重要語との類似度に基づき、類似する事例を選択表示することにより、設計業務を支援する装置が開示されている。

【0007】また、特開平6-89314号公報に記載の技術によれば、エレベータを対象製品として、入力された属性項目に応じて、制約、手順ノウハウの知識を登録、修正する機能を有する設計モデルを構築し、設計仕様を決定可能な支援装置が開示されている。

【0008】さらに、特開平5-274378号公報に記載の技術によれば、設計上の経験、知識をシステムに可能とし、各種部品で構成される製品の属性情報データベースを用いて設計図面を出力する自動設計CADシステムが開示されている。

【0009】さらに、特開平4-88530号公報に記載の技術によれば、過去の設計事例データベースに基づき、設計解を求める支援装置が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように従来システムにおいては、事例ベースを用いたシステムでは、経験の浅い設計者では、検索されてきた類似した設計事例を修正し整合性の取れた設計を行うことは難しく、また、構造上問題の無い設計を行えたとしても製造性の評価を十分行っていない設計であるため、製品コストが高い設計になってしまう可能性がある。

【0011】また、設計結果は事例として事例ベースに登録されていくので、事例ベースの事例数が増大していき、事例の検索時間も増加していく。

【0012】一方、標準部品を用いた設計では、初心者でも設計可能であり、コスト的にも有利な製品を設計することが可能であるが、コスト等を考慮し更に有用な標準部品を作成するためには膨大な工数が必要と

なる。

【0013】この発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、要求仕様を実現する設計に必要な事例部品や標準部品の組合せを提示可能にし、更に、標準部品データベースの構築を容易にする設計支援装置を提供することを目的とする。

【0014】なお、特開平6-187352号公報に記載の技術によれば、標準部品と事例とを組み合わせる設計を支援するという思想がないので、本発明に影響しない。

【0015】また、特開平6-89314号公報に記載の技術によれば、事例を利用するという思想がないので、本発明に影響しない。

【0016】さらに、特開平5-274378号公報に記載の技術によれば、事例を利用するという思想がないので、本発明に影響しない。

【0017】さらに、特開平4-88530号公報に記載の技術によれば、事例部品群を標準化するという思想がないので、本発明に影響しない。

【0018】

【課題を解決するための手段】こうした目的を達成するために、この発明では、標準部品の基本構造を規定するデータを含む設計情報と、その標準部品に適用可能な詳細仕様を規定する属性値の範囲と、標準部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する標準部品データベースを記憶する手段と、過去に設計された製品を構成する事例部品の構造を規定するデータを含む設計情報と、その部品に適用された属性値を含む属性情報と、事例部品の形状の概略的特徴を表現した形状特徴データとを、関連付けて登録する事例部品データベースを記憶する手段と、設計しようとする部品に要求する属性値を入力する属性入力手段と、設計しようとする部品に要求する形状の概略的特徴を表現した形状特徴データを入力する形状特徴入力手段と、設計しようとする部品に要求された属性値と形状特徴データとに整合する属性値の範囲と形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する標準部品検索手段と、設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値を含む属性値の範囲を有し、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する標準部品を、前記標準部品データベースから検索する類似標準部品検索手段と、設計しようとする部品に要求された属性値が表す詳細仕様に類似する詳細仕様を表す属性値と、設計しようとする部品の形状特徴データが表現する概略的形状に類似した概略的形状を表現する形状特徴データを有する事例部品を、前記事例部品データベースから検索する類似事例部品検索手段と、前記標準部品検索手段により検索された部品を表示すると共に、前記類似標準部品検索手段と前

記類似事例部品検索手段により検索された部品を類似度により順序付けして表示する検索結果表示手段と、指示に応じて検索された部品のデータを修正するデータ操作手段と、該データ操作手段で修正された部品のデータを含めた設計情報を、前記属性入力手段で入力された属性値と、前記形状特徴入力手段で入力された形状特徴データと、関連付けて事例部品として前記事例部品データベースに登録する事例部品登録手段と、を有することができる。

【0019】さらに、使用頻度の高い相互に類似した事例部品の集合を抽出し、抽出した集合に適合する標準部品の設計情報と属性値の範囲と形状特徴データとを作成する標準化促進手段を有することもできる。

【0020】

【発明の実施の形態】要求仕様の属性情報を属性入力手段で入力し、要求仕様の形状特徴データを形状特徴入力手段で入力することが可能で、入力された要求仕様を満足する部品を標準部品データベースと事例部品データベースから、標準部品検索手段、類似標準部品検索手段、類似事例部品検索手段の順に検索を行い、検索された標準部品または事例部品を検索結果表示手段により表示する。設計者は検索結果の部品を確認し問題がなければ部品を選択する。そして、組み立てられた製品のCADデータをCADデータ操作手段により要求仕様を満足するように修正する。このような検索順序で検索を行うことにより、要求仕様をできる限り満足するような部品が検索されるので修正量が少なく済み、更に、標準部品が優先的に検索結果として提示されるので、製造コストの安い部品から選択されるようになり、製品のコストを低減することが可能である。

【0021】更に、検索された標準部品や事例部品で要求仕様を満足するようにCADデータ操作手段によって修正された部品を、事例部品として事例部品登録手段により事例部品データベースに登録する。このようにして登録された事例部品が増えてくれば、さらに要求仕様を満足する事例が検索される可能性が高くなる。一方、事例部品のデータ量が増加してくると検索処理時間がかかってくるが、ここで、標準化促進手段により事例部品データベースの中から使用頻度の高い事例部品を抽出し、更に、事例部品間の類似度によりカテゴライズすることで、事例部品から標準部品を作成するにすれば、必要性の高い標準部品から効率よく標準部品データベースの構築が可能になる。

【0022】更に、この発明では、組立モデルデータベースに登録されている必要構成部品と組立モデルを、属性入力手段で入力された要求仕様の属性に基づいて組立モデル検索手段で検索し、その検索結果に基づき必要な構成部品を標準部品検索部、類似標準部品検索手段、類似事例部品検索手段の各検索手段を使って部品を標準部品データベースと事例部品データベースから検索する。

更に、検索された部品は部品組立手段により組立モデル上に組み立てる。最終的に製品の構造で検索結果の部品の組合せが提示されるようにする。

【0023】図1に、この発明にかかる設計支援装置についてその一実施の形態を示す。

【0024】この実施例では、エレベーターの設計を顧客の要求仕様に基づき行う場合について述べるものとする。ここでは特に、エレベーターの内装の特殊意匠の設計を行う場合を対象とする。エレベーターの意匠はビルオーナーや建築設計事務所により要求仕様が決定され、エレベーター設計者にその要求仕様が渡される。この要求仕様には、エレベーターのかごのサイズといった属性情報に加え、意匠部分に関するイメージとなるラフスケッチ等の形状による情報も含まれている。エレベーターの設計者は、属性情報とそのイメージスケッチデータである形状特徴データを元にエレベーターの設計を行う。

【0025】さて、この実施例の設計支援装置において、標準部品データベース10は、製品を構成する部品のうち使用頻度が高く製造工程が標準的に定められている標準部品のCADデータ等の設計情報と、その標準部品の適用が可能な要求仕様属性値範囲を示す標準部品適用条件と、標準部品の形状的特徴を表現した標準部品形状特徴データとを、関連づけて予め登録されている。この標準部品のCADデータは寸法をパラメトリックに定義しておき入力されてくる要求仕様の属性との間に制約関係を持ち、要求仕様の属性値が与えられると制約によってパラメトリック寸法が連動修正されるようにデータを定義しておく。図3に標準部品の例を示す。

【0026】また、このCADデータには部品の基準を位置を示す座標系がついており、図3に示した3次元CADデータの部品の中心にある3方向の矢印が基準の座標系になる。この座標系を使って部品の組み立てをCAD上で行う。

【0027】また、事例部品データベース20は、過去に設計された部品のCADデータや図面の設計情報と、その部品を設計したときの要求仕様の形状特徴データと、要求仕様やコストや納期等の属性情報とが関連づけられあらかじめ登録されている。図4に事例部品の例を示す。

【0028】組立モデルデータベース130は、製品の構成部品の組み合わせと、その組み合わせを決定する製品の要求仕様の属性値の条件と、その構成部品の組み合わせから製品の構造を定めるCADのアセンブリデータとを、関連付けて予め登録しておく組立モデルデータベースである。図5に組立モデルの例を示す。

【0029】属性入力部30は要求仕様に含まれる属性情報をキーボード、マウス等の入力装置やファイルから読み込む部分である。

【0030】また、形状特徴入力部40は、要求仕様の

形状特徴データをマウス等の入力装置やファイルから読み込む部分である。

【0031】標準部品検索部50は、属性入力部30で入力された要求仕様の属性値が標準部品データベース10の標準部品適用条件を満足する標準部品を検索し、形状特徴入力部40によって入力された要求仕様の形状特徴データが標準部品データベース10に登録されている各標準部品の形状特徴データとの合致するか否かの評価を行い、標準部品適用条件への適合度合と総合評価して適用可能な要求仕様をできるだけ満足する標準部品を検索する。

【0032】類似標準部品検索部60は、入力された要求仕様属性と形状特徴データに類似した標準部品を標準部品データベースから検索する。

【0033】類似事例部品検索部70は、入力された要求仕様属性と形状特徴データに類似した事例部品を事例部品データベースから検索する。

【0034】検索結果表示部80は、標準部品検索部50や類似標準部品検索部60や類似事例部品検索部70により検索された部品を類似度により順序付けし表示する。

【0035】組立モデル検索部120は、属性入力部で入力された要求仕様の属性から製品の組立モデルを組立モデルデータベース130から検索する。

【0036】部品組立手段90は、組立モデル検索部120により検索された組立モデル上に、検索結果表示部80で表示された部品から選択された標準部品や事例部品を組みつける。

【0037】CADデータ操作部100は、部品組立部90で組み立てられた標準部品や事例部品のCADデータの修正を行う一般のCADシステムである。

【0038】事例部品登録部110は、CADデータ操作部で修正された標準部品や事例部品のCADデータを、属性入力部30で入力された要求仕様の属性と、形状入力部40で入力された要求仕様の形状特徴データと、関連付けて事例部品として事例部品データベース20に登録する。

【0039】標準化促進部140は、使用頻度の高い事例部品から標準部品とすべき事例部品の集合を抽出し、標準部品作成の支援を行う。

【0040】上記の支援装置を用いて、要求仕様を満足するような製品設計の流れは、図6に示すような流れになる。更に、この流れにより、事例部品データベースの拡充も行われていく。

【0041】一方、ある程度事例部品が増えてきた段階で、標準化促進部140により事例部品データベース20から標準部品化すべき事例部品群の抽出が行われ、その抽出された事例部品群を元に、標準部品の作成、又は、既に登録されている標準部品の修正を行う。標準化促進部における標準部品作成の流れを図14に示す。

【0042】まず、要求仕様に基づき製品の設計を行う流れについて図6を元に説明する。

【0043】図2に示したような要求仕様を設計する場合について説明する。図2に示したように、要求仕様には、製品の主要寸法や製品構造を示す形式等の属性データと、製品の形状特徴を示す形状特徴データがある。本実施例では、エレベーターの天井部分を簡略に表現したラフスケッチデータが要求仕様に含まれる形状特徴データである。これらの、要求仕様データを属性データはS61の属性入力で、形状特徴データはS62の形状特徴入力で入力する。形状特徴入力では、マウス等を使ったグラフィカルユーザインターフェースを用い入力する。図2の要求仕様を入力した結果の入力属性データを図7に示す。図7に示したように、入力属性データは階層構造になっている。属性に属性値を入力するに従い、入力された属性の下に必要な属性が活性化されてゆき、階層構造を作っていく。例えば、属性「天井意匠分類」の値

(数1)

$$\frac{\text{レンズ1個目の実際の位置}}{\text{天井間口寸法}} = \frac{200\text{mm}}{1700\text{mm}} = 0.118 \dots$$

【0045】として正規化する。

【0046】次に、入力された属性データを元に組立モデルの検索を行う(S63)。図5に示したような組立モデルデータが複数の格納されている組立モデルデータベース130から、入力された要求仕様属性が組立モデル適用条件を満たす組立モデルが検索される。検索された組立モデルデータは、組立モデル構成部品として必要な部品の組合せを示す組立モデル構成部品データと、構成部品を組み立てるために必要な組立モデルCADデータを持っている。ここで、図5に示した組立モデルCADデータは、2次元CADデータとして座標系を持ち、各座標系に構成部品を組み付けるように表現しているが、3次元CADデータとして座標系を持ち、構成部品を組み付けるようにしてもよい(図15)。また、各構成部品間の相対位置関係をCADデータとして持ち、構成部品の組立を行えるようにしてもよい。

【0047】例えば図15の中の部品で「案内盤」を配置する場合、他の「ドア」、「左前側板」、「右前側板」といった部品との相対位置関係を定義しておく。例えば、「案内盤」下面は、「ドア」の上面と接する「案内盤」内側の面は、「ドア」の内側の面より更に内側に50mmの位置にする

「案内盤」左側面は、「左前側板」と接する

「案内盤」右側面は、「右前側板」と接する

というような相対位置関係を別に予め定義しておき、この情報に基づきこの情報を元に組立を行う。

【0048】以下のS64からS69までのステップは、この組立モデル構成部品データに含まれる構成部品

が「二重天井メジなし」と入力されると、「二重天井メジなし」の場合に必要な属性として、「天井材質」「天井間口寸法」「天井奥行寸法」「照明用レンズ個数」

「間接照明個数」が活性化される。また、形状特徴属性もこの階層構造の中の属性として定義される。属性「照明用レンズ個数」「間接照明個数」の下に属性が形状特徴属性になる。また、形状特徴属性の中で位置を表す属性「位置X」「位置Y」は全体の大きさに正規化して表現する。このような正規化を行うのは、後の類似性評価処理において、全体のサイズが違っていても、相似的に構成部品の配置状態が同じ場合には、類似しているという判定を行えるようにするためである。この例の場合は、「天井間口寸法」「天井奥行寸法」が「1」となるように正規化する。レンズ1個目の位置Xは、

【0044】

(数1)

数だけを繰り返し、検索と部品の組付けを行う。

【0049】次に、各構成部品の検索処理に入る。

【0050】まず、標準部品検索が行われる(S64)。要求仕様の属性データを適用条件が満足する標準部品を、標準部品データベース10から検索する。検索された標準部品は表示され、設計者がその標準部品を選択したら類似標準部品検索S65・類似事例部品検索S66の処理はとばされ、部品組立処理(S68)に移る。

【0051】この標準部品検索に関して、詳しく説明する。標準部品データベース10に登録されている標準部品を一つ取りだし、入力された属性値を比較する。例として図3に示した標準部品が取り出された処理を説明する。取り出された標準部品は、検索処理のために図8のような構造の内部データに展開される。これを標準部品データと呼ぶ。図8の標準部品データは、図3の標準部品の制約と連動し、形状特徴を表わすデータ(位置X、位置Y等)が計算される。この標準部品データと図7の入力属性データを重ね合わせ、全ての入力属性値が全ての標準部品データと一致するまたは条件を満たせば、その標準部品が検索される。

【0052】標準部品検索の結果要求仕様を満足する標準部品が検索できなかった場合や、検索されたが設計者が選択しなかった場合、次の類似標準部品検索処理に移る(S65)。

【0053】類似標準部品検索では、標準部品データベース10に登録されている標準部品データで、要求仕様

に類似したデータを探し表示する。標準部品検索と同様

に、表示した結果、設計者が検索結果を選択したら類似事例部品検索 S 6 6 の処理はとばされ、部品組立処理 (S 6 8) に移り、設計者が選択しなかった場合、次の類似事例部品検索処理に移る (S 6 5)。

【0054】この類似標準部品検索の処理を図 9 をもとに説明する。まず、図 8 で示した標準部品データを標準部品属性データに変換する (S 9 1)。これは、標準部品データは属性値の範囲や属性が取りうる値の列としてデータを持っているので、類似性の評価をどの属性値で行えばよいかかわからない。そこで、類似性の評価が可能のように、各属性がある特定の属性値を持つ標準部品属性データにに変換する。

【0055】例えば図 8 の標準部品データは、図 7 の入力属性データに基づき次のように変換する。まず天井材質は、標準部品データにおいては「SUSミラー仕上げ or SUSヘアライン仕上げ」という属性値を取りうるが、入力属性データでは「SUSミラー仕上げ」であるので、変換結果のデータは「SUSミラー仕上げ」となる。また天井間口寸法は、標準部品データにおいては「1400mm ≤ 天井間口寸法 ≤ 2600mm」という範囲で属性値を取りうるが、入力属性データでは「1700mm」であるので、標準部品データの属性値の範囲に入っているため、変換結果のデータは「1700mm」となる。

【0056】その結果、標準部品属性データは、図 10 のようになる。この標準部品属性データと入力属性データの各属性を比較する (S 9 2)。ここで、比較方法には、表、式、形状特徴比較の 3 種類あり、各属性はこれらの比較方法を図 11 のように各々持ち、その比較方法により各々の属性値が比較される。ただし、形状特徴比較は、データの階層構造の下位の属性も一括して処理される。そのため、処理時間が多くかかるので、S 9 2 の比較では、形状特徴比較以外の比較処理だけ行われる。表による比較は、例えば、属性「天井意匠分類」では、図 12 のような表により類似度を算出し類似性を評価する。図 12 のような表は、ユーザが予め経験的に決定しておく。今回の例では、属性値が入力属性値、標準部品属性値ともに「二重天井メジなし」であるので、類似度は「1.0」と求められる。次に、式による比較としては、属性「天井間口寸法」は、次式により類似度を算出し類似性を評価する。

【0057】

【数 2】

(数 2)

$$\text{類似度} = \frac{\text{Min(入力属性値, 標準部品属性値)}}{\text{Max(入力属性値, 標準部品属性値)}}$$

【0058】S 9 2 の表と式の比較処理が終了したら、S 9 3 の形状特徴比較を行うかの判定が行われる。この判定は、S 9 2 の比較処理で求められた各属性の類似度を用い、形状特徴比較を行う属性の上位属性の類似度

よりその判定を行う。上位属性の類似度が、ある値以上になった場合のみ、形状特徴比較処理を行う。今回の例では、それを「0.5」として判定を行う。この例では、「照明用レンズ個数」「間接照明個数」が形状特徴比較が行われる属性であり、その上位属性は「天井意匠分類」となり、S 9 2 で求められる「天井意匠分類」の類似度は「1.0」であるので、形状特徴比較処理が行われる。この判定により、有用な検索対象のみの形状特徴比較処理が実行され、有用な情報を高速に見つけることが可能になる。

【0059】S 9 3 で「形状特徴比較を実行する」と判定されたとき、S 9 4 で形状特徴比較を行う。形状特徴比較処理については、後で詳しく説明する。S 9 4 の形状特徴比較が終了したら、S 9 2、S 9 4 で算出された類似度から、検索対象となっている標準部品の総合類似度を算出する (S 9 5)。総合類似度は下式により算出する。

【0060】

$$\text{総合類似度} = \Sigma (\text{各類似度} \times \text{重み})$$

この例では、以下ようになる。ここで、重みは、ユーザが経験的に決定する。

【0061】

【表 1】

表 1

属性	類似度	重み	類似度×重み
天井意匠分類	1.0	1.0	1.0×1.0=1.0
天井材質	1.0	0.3	1.0×0.3=0.3
天井間口寸法	1.0	0.7	1.0×0.7=0.7
天井奥行寸法	1.0	0.7	1.0×0.7=0.7
[形状特徴]	0.8	1.0	0.8×1.0=0.8
合計(総合類似度)			4.2

【0062】次に、形状特徴比較処理を詳しく説明する。図 13 に処理の概要を示す。まず、形状を表現している構成部品間の類似度を算出する。構成部品としては、照明用レンズや間接照明といったものがある。要求仕様を入力した結果の入力属性データ(図 7)の中では、例えば、「照明用レンズ個数」の下の「1 個目形状」から下が 1 個の構成部品となり、入力属性データの中には合計で 5 個の構成部品がある。同様に、標準部品属性データ(図 10)の中にも 5 個の構成部品がある。この 5 個と 5 個の構成部品の組合せ数分、つまり、25 組の構成部品間の類似度を算出する。算出方法は図 9 の S 9 2 の処理を行うことで算出される。ただし、位置 X と位置 Y に関しては下式により、位置の類似度を求める。

【0063】

【数 3】

(数3)

$$\text{位置の類似度} = 1 - \frac{\sqrt{(X_i - X_s)^2 + (Y_i - Y_s)^2}}{\sqrt{(1+1)}}$$

X_i : 入力属性データの構成部品の「位置X」
 X_s : 標準部品属性データの構成部品の「位置X」
 Y_i : 入力属性データの構成部品の「位置Y」
 Y_s : 標準部品属性データの構成部品の「位置Y」
 $\sqrt{\quad}$: 平方根
 2 : 2乗

【0064】このようにして、各属性の比較を行ったら、図9のS95と同様に総合類似度を算出する。それが、構成部品間の類似度となる。同様に、全構成部品間の類似度を算出する(S131)。次に、算出された類似度を用い最適な構成部品の組合せを決定する(S132)。

【0065】

【表2】

表2

標準 入力	レンズ1	レンズ2	レンズ3	レンズ4	間接照明1
レンズ1	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1
レンズ2	0.5	0.8	0.3	0.2	0.1
レンズ3	0.3	0.5	0.8	0.2	0.1
レンズ4	0.3	0.2	0.5	0.8	0.1
間接照明1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.8

【0066】上の表のように構成部品間の類似度が算出されたら、入力の各構成部品で類似度が最大となる標準の構成部品を決めていく。この場合は、左上の「レンズ1-レンズ1」から右下の「間接照明1-間接照明1」への対角の組合せが、類似度「0.8」でどれも最大となっているので、その組合せに決定する。

【0067】次に、S132で求められた組合せの類似度の平均を取る(S133)。この場合はすべて「0.8」なので、平均も「0.8」となる。この「0.8」が形状特徴比較により算出された類似度となる。

【0068】以上により、類似標準部品検索が終了し、検索結果は設計者に提示される。提示した結果、設計者が検索結果を選択したら類似事例部品検索S66の処理はとばされ、部品組立処理(S68)に移り、設計者が選択しなかった場合、次の類似事例部品検索処理に移る。

【0069】類似事例部品検索では、事例部品データベース20に登録されている事例部品から要求仕様に類似した事例部品の検索を行い、表示する。選択された結果は、部品組立処理(S68)に渡される。類似度を算出する処理は、類似標準部品検索と全く同様で、図9のS91が標準部品属性データ生成ではなく、「事例部品属

性データ読み込み」に変わるだけである。形状特徴比較処理は、類似標準部品検索と全く同じで、図13の処理になる。

【0070】事例部品属性データは図7に示した入力属性データを保存したデータと同様なデータ構造をもったデータであり、図4に事例部品の例を示し、そのデータを読みこんだ結果の事例部品属性データを図16に示す。

【0071】以上の検索が終了すると選択された部品を組立モデルに組み付ける部品組立処理(S68)が行われる。これは、CAD上での処理になり検索された構成部品中の基準座標と組立モデル上の構成部品座標を一致させることにより行う。たとえば、天井の場合図3に示した標準部品のCADデータ中の基準座標と図5に示した組立モデルCADデータの天井座標を一致させ組み立てる。

【0072】以上のS64からS69までのステップを、構成部品数分繰り返す(S69)ことにより、製品に必要な構成部品がひとつのCADデータ上に組み立てられる。

【0073】組み立てられたCADデータで要求仕様を全て満足しているのであれば、設計が終了する。

【0074】一方、要求仕様を完全に満足していない場合には、要求仕様を満足するようにCADデータの修正を行う(S70)。

【0075】修正されたCADデータは、事例部品登録処理により事例部品データベース20に登録される(S71)。登録は、属性や形状特徴と関連づけてCADデータを登録し、次の検索の対象となるようにする。

【0076】以上の、流れにより設計することで、優先的に標準部品が検索されるのでコスト的に有利な製品の設計が可能になる。さらに、このシステムにより設計された製品の部品は事例部品として事例部品データベースに登録されるので、事例部品データベースが拡充されて行き、次の設計においては要求仕様に類似した部品が検索される可能性が高くなっていく。

【0077】しかし、事例部品が拡充されてくると、検索の対象となるデータが増大し、検索処理時間が増加するので、事例部品を整理/統合し、標準部品として登録してやる必要が出てくる。そこで、標準化促進部により事例部品を標準部品として整理/統合し、事例部品の数を減らしてやる必要が出てくる。また、これにより標準部品数を増やしてやることのできる。

【0078】次に、標準化促進部について図14により説明する。

【0079】まず、事例部品データベース10から全ての事例部品データを読み出し、各事例部品が持っている属性データと形状特徴データを使い、類似事例部品検索処理の類似度算出と同様な処理を行うことにより各事例部品間の類似度を算出する(S71)。算出された類似度を各事例部品間の距離とみなして、クラスタリングし

事例部品群を生成する（Ｓ７２）。生成された事例部品群の流用頻度として、各事例群に属する事例数を集計する（Ｓ７３）。求められた流用頻度の大きい事例部品群を、標準部品化すべき事例部品群として抽出する（Ｓ７４）。抽出された事例部品群を包括する標準部品のCADデータを作成し、更に、標準部品適用条件となる属性の範囲を決定し、標準部品CADデータと関連付けて標準部品データベース１０に登録する（Ｓ７５）。次に、標準部品化された事例部品は、事例部品データベースから削除する（Ｓ７６）。

【００８０】以上の標準化促進部を用いた標準部品作成により効率的に標準部品を作成することが可能になる。

【００８１】このような方法で標準部品DBの拡充を効率的に行えるようにしておけば、標準部品は図３に示したように要求仕様を与えれば設計を自動的に行える部品であり、設計のコストを低減することが可能である。また、このような標準部品が標準部品データベースに多く蓄えられていれば、初心者の方設計者でも効率よく設計が可能になる。また、標準部品として登録された部品は設計において頻繁に使用される部品になるので、迅速に製造できるように製造部門において製造設備の準備や前以てそれら標準部品を製造しておいてストックしておくことで、迅速に製造が可能となり製造コストの低減も図れるようになる。

【００８２】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、要求仕様の設計において、コスト的に有利な標準部品から優先的に提示されるため、低コストな製品を設計するように誘導可能であり、経験の浅い設計者でも、標準部品を使うことにより容易に設計を行うことが可能になる。更に、このシステムで設計した製品の部品のCADデータは、事例部品データとして要求仕様のデータと関連付けられてデータベースに登録されるため、設計結果が自動的に次の設計時点には検索の対象データとなり、データベース構築が自動的に進む。更に、データベースのデータ量が増大したときは、標準化促進機構により標準部品化すべき事例部品群の抽出が行われ、標準部品データベース構築を支援することにより、適切な範囲の標準部品作成を行うことができ、事例部品データベースの

事例が整理／統合されるので、検索処理時間の増大を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明にかかる設計支援装置の一実施の形態の全体構成図。

【図２】要求仕様例の説明図。

【図３】標準部品例の説明図。

【図４】事例部品モデル例の説明図。

【図５】組立モデル例の説明図。

【図６】この発明にかかる設計支援装置を用いた設計の流れを示すフローチャート。

【図７】入力属性データを示す説明図。

【図８】標準部品データを示す説明図。

【図９】類似標準部品検索の流れを示すフローチャート。

【図１０】標準部品属性データの例を示す説明図。

【図１１】各属性の比較方法を示す説明図。

【図１２】比較を行うための表の例を示す説明図。

【図１３】形状特徴比較の流れを示すフローチャート。

【図１４】標準化促進処理の流れを示すフローチャート。

【図１５】３次元組立モデルの例を示す説明図。

【図１６】事例部品属性データの例を示す説明図。

【符号の説明】

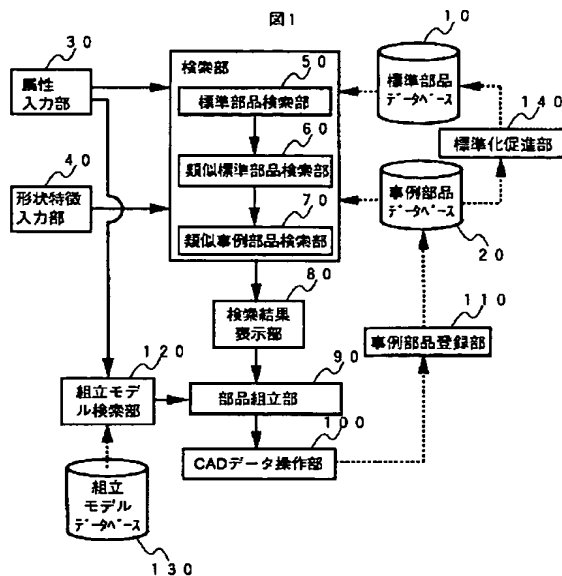
- １０ 標準部品データベース
- ２０ 事例部品データベース
- ３０ 属性入力部
- ４０ 形状特徴入力部
- ５０ 標準部品検索部
- ６０ 類似標準部品検索部
- ７０ 類似事例部品検索部
- ８０ 検索結果表示部
- ９０ 部品組立部
- １００ CADデータ操作部
- １１０ 事例部品登録部
- １２０ 組立モデル検索部
- １３０ 組立モデルデータベース
- １４０ 標準化促進部

【図１２】

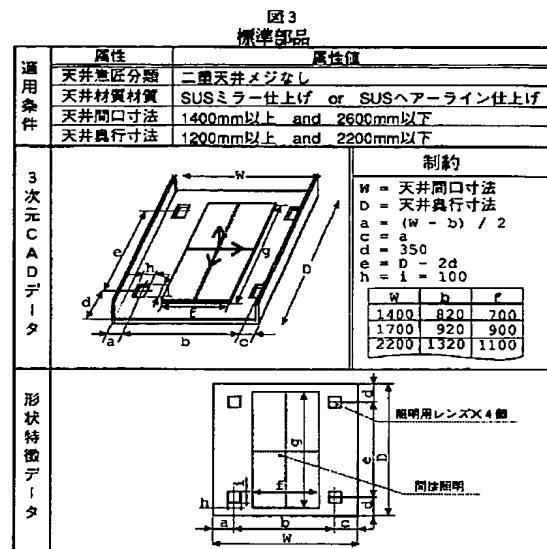
図１２

	立体天井	二重天井あり	二重天井なし	二重天井あり	二重天井なし
一重天井あり	0.1	0.2	0.3	1.0	
二重天井あり	0.7	0.5	1.0		
二重天井なし	0.6	1.0			
立体天井	1.0				

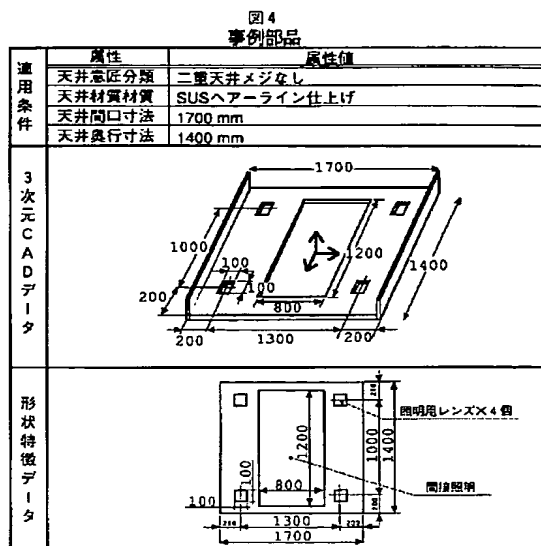
【図1】



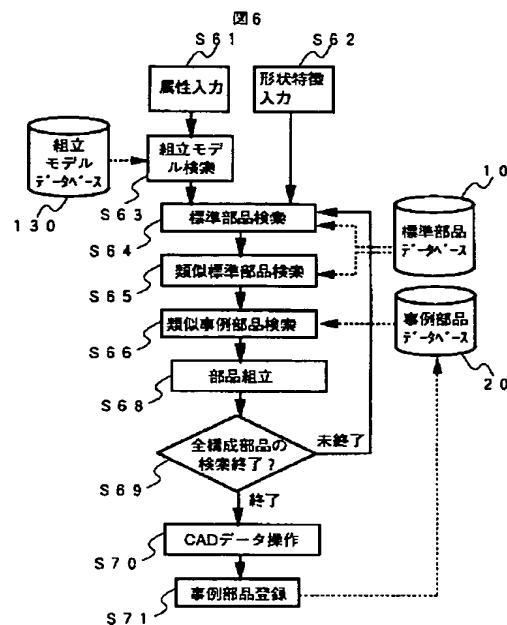
【図3】



【図4】



【図6】

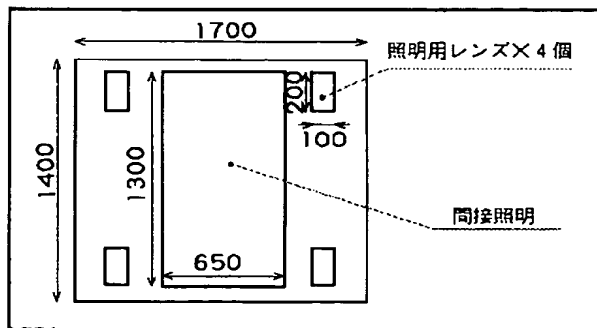


【図2】

図2
要求仕様

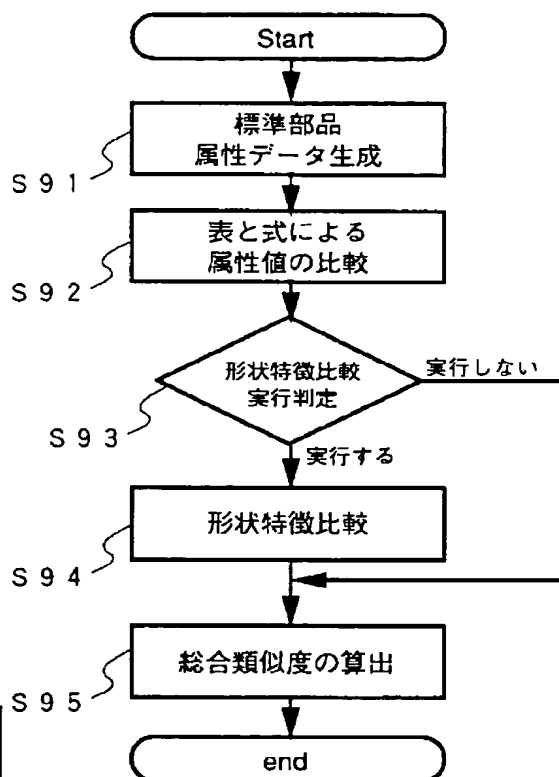
属性データ		
属性		属性値
全体仕様	かご間口寸法	1800mm
	かご奥行寸法	1500mm
	天井高さ	2600mm
	案内盤形式	一体形
	横側板分割数	3分割
	後側板分割数	3分割
	出入口高さ	2100mm
	出入口幅	900mm
天井 細仕様	天井意匠分類	二重天井メジなし
	天井材質	SUSミラー仕上
	天井間口寸法	1700mm
	天井奥行寸法	1400mm
	案内板高さ	500mm
	案内板幅	900mm
側板	案内板材質	SUSヘアーライン仕上げ

天井形状特徴データ



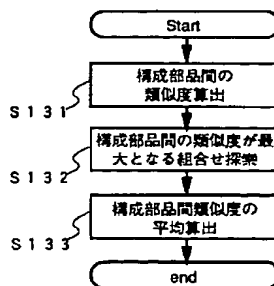
【図9】

図9



【図13】

図13



【図5】

組立モデル（図5）

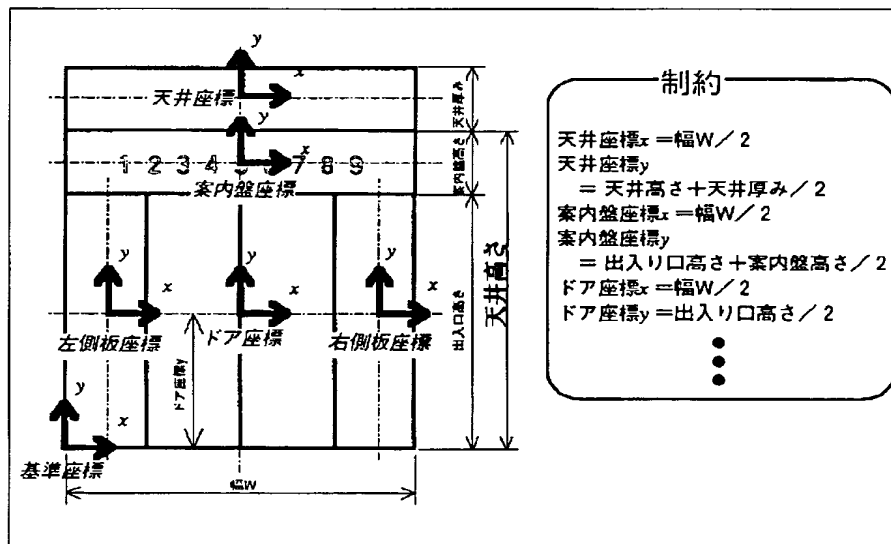
組立モデル適用条件

1400 ≤ 幅W ≤ 2600
案内盤形式：一体形

組立モデル構成部品データ

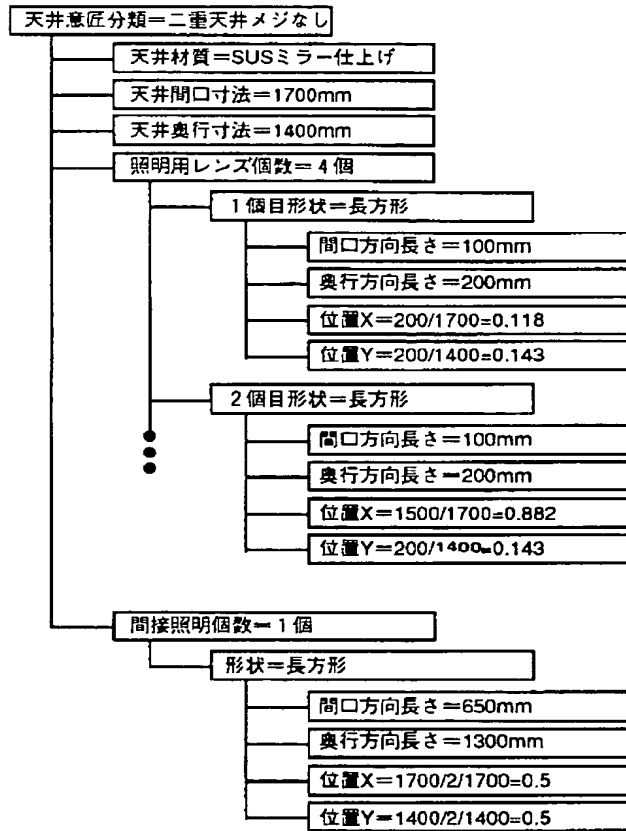
天井
案内盤
右側板
左側板
ドア

組立モデルCADデータ



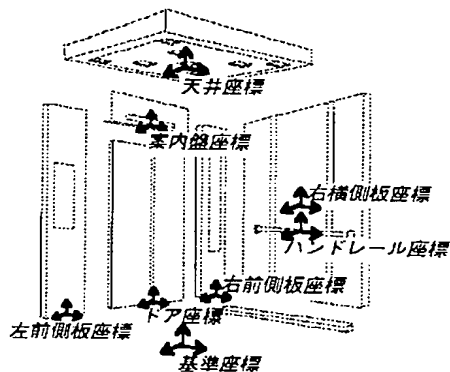
【図 7】

図 7
入力属性データ

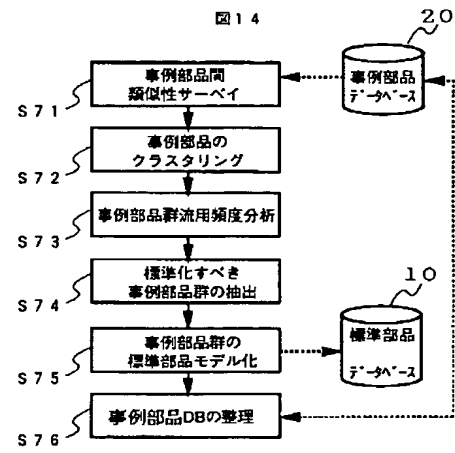


【図 15】

図 15

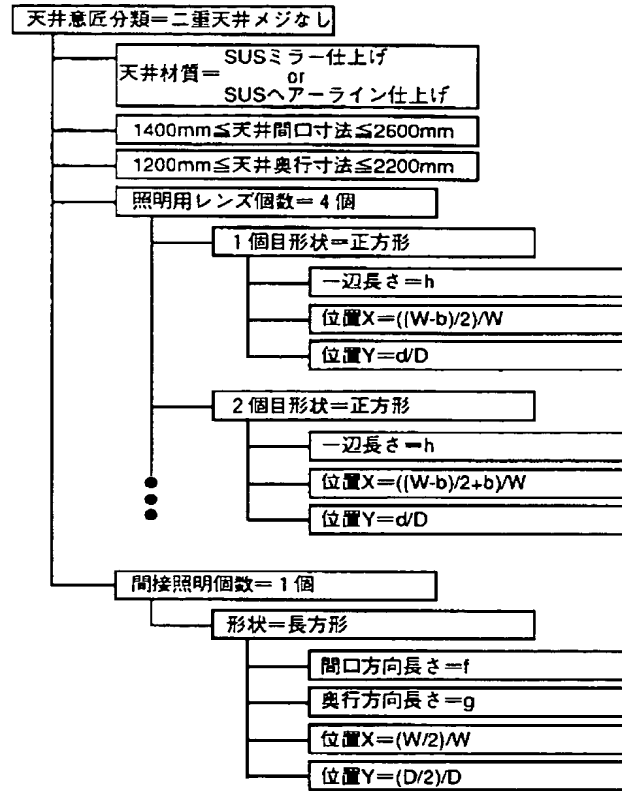


【図 14】



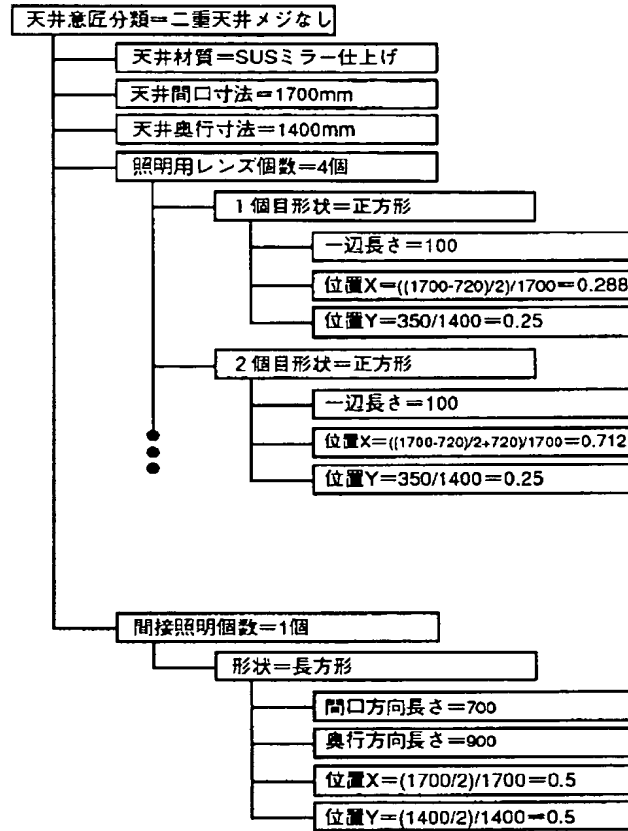
【図 8】

図 8
標準部品データ



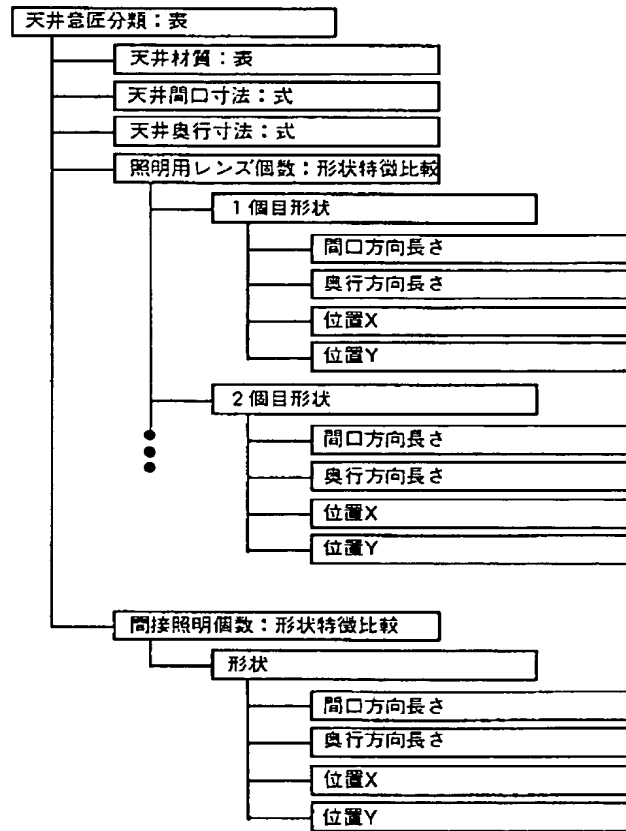
【図10】

図10
標準部品属性データ



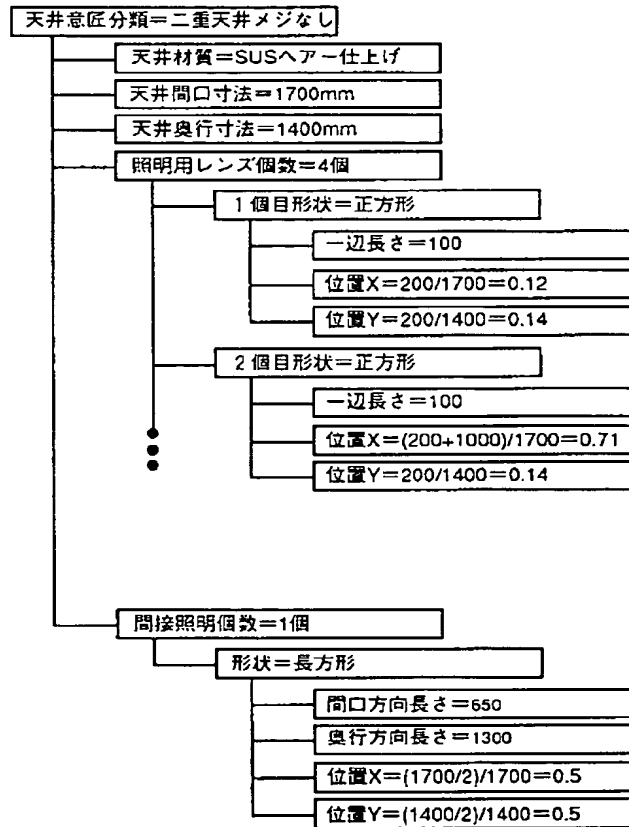
【図11】

図11
属性比較方法



【図 16】

図 16
事例部品属性データ



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 昇
茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会
社日立製作所水戸工場内